



Attorney Docket No. 03740/LH

**IN THE UNITED STATES PATENT
AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): J. YAMAGUCHI et al.
Serial No. : 10/733,491
Filed : December 10, 2003
For : MICROCHEMICAL SYSTEM
Art Unit : 2877
Examiner : Not Yet Assigned

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

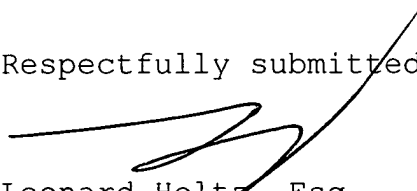
S I R :

Enclosed are:

Certified copy priority is claimed under 35 USC 119:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filing Date:</u>
Japan	2001-177294	June 12, 2001

Respectfully submitted,


Leonard Holtz, Esq.
Reg. No. 22,974

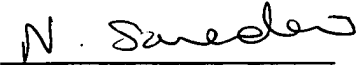
August 10, 2004

Frishauf, Holtz, Goodman & Chick, P.C.
767 Third Avenue - 25th Floor
New York, New York 10017-2023
Tel. No. (212) 319-4900
Fax No. (212) 319-5101
LH:nps

Express Mail Mailing Label
No.: EV 512419411 US

Date of Deposit: August 10, 2004

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Asst. Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231


Nalini P. Sahadeo

In the event that this Paper is late filed, and the necessary petition for extension of time is not filed concurrently herewith, please consider this as a Petition for the requisite extension of time, and to the extent not tendered by credit card payment, authorization to charge the extension fee, or any other fee required in connection with this Paper to Account No. 06-1378.

BEST AVAILABLE COPY

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2001年 6月12日
Date of Application:

出願番号 特願2001-177294
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2001-177294]

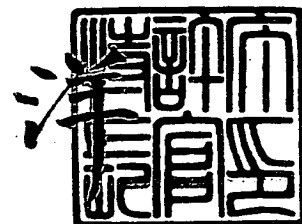
願 人 日本板硝子株式会社
Applicant(s): 財団法人神奈川科学技術アカデミー

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2004年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願

【整理番号】 01P121

【提出日】 平成13年 6月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/01
G01N 21/27
G01N 21/63

【発明の名称】 マイクロ化学システム

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

【氏名】 山口 淳

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

【氏名】 服部 明彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都文京区本郷2丁目32番地2-304

【氏名】 北森 武彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市高津区坂戸3-2-1

【氏名】 渡慶次 学

【特許出願人】

【識別番号】 000004008

【氏名又は名称】 日本板硝子株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 591243103

【氏名又は名称】 財団法人 神奈川科学技術アカデミー

【代理人】

【識別番号】 100081880

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡部 敏彦

【電話番号】 03(3580)8464

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007065

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010399

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロ化学システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料に励起光と検出光とを集光レンズで集光照射し、前記励起光の集光照射によって生成された熱レンズを透過した後の前記検出光を測定するマイクロ化学システムにおいて、

前記励起光と前記検出光とを前記集光レンズに導くための光ファイバーを備えることを特徴とするマイクロ化学システム。

【請求項 2】 前記光ファイバーの両端のうち試料側の先端に前記集光レンズが固定されたことを特徴とする請求項 1 記載のマイクロ化学システム。

【請求項 3】 前記光ファイバーは 1 本であることを特徴とする請求項 2 記載のマイクロ化学システム。

【請求項 4】 前記励起光と前記検出光の周波数は異なり、前記集光レンズは色収差を有し、該集光レンズを透過した後の前記励起光と前記検出光の焦点位置が異なることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のマイクロ化学システム。

【請求項 5】 前記集光レンズは、屈折率分布型レンズであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のマイクロ化学システム。

【請求項 6】 前記屈折率分布型レンズは、ロッドレンズであることを特徴とする請求項 5 記載のマイクロ化学システム。

【請求項 7】 前記光ファイバーは、励起光及び検出光の周波数においてシングルモードであることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のマイクロ化学システム。

【請求項 8】 前記先端に集光レンズが固定された光ファイバーを移動させる移動手段を備えることを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のマイクロ化学システム。

【請求項 9】 前記光ファイバーと該光ファイバーの先端に固定された前記集光レンズとの組を少なくとも 2 組以上備えることを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のマイクロ化学システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、試料に励起光を集光照射して熱レンズを形成し、該熱レンズを透過した後の検出光を測定する光熱変換分光分析方法を実施するマイクロ化学システムに関し、特に微小空間において精度の高い超微量分析が可能であるとともに、卓上型熱レンズ顕微鏡に好適に用いることができるマイクロ化学システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、化学反応を微小空間で行うための集積化技術が、化学反応の高速性や微量での反応、オンサイト分析等の観点から注目されており、世界的に積極的に研究が進められている。

【0003】

化学反応の集積化技術の1つとして小さなガラス基板等に形成した微細な流路内で液中試料の混合、反応、分離、抽出、検出等を行う、所謂マイクロ化学システムがある。このマイクロ化学システムで行われるものとしてはジアゾ化反応、ニトロ化反応、抗原抗体反応などがあり、抽出、分離の例には溶媒抽出、電気泳動分離、カラム分離、化学分析などがある。

【0004】

分離のみを目的としたものとして、極微量のタンパクや核酸等を分析する電気泳動装置が提案されている。これは互いに接合された2枚のガラス基板からなる流路付き板状部材を備えている（例えば、特開平8-178897号公報）。この部材は板状であるので、断面が円形又は角形のガラスキャピラリーチューブに比べて破損しにくく、取扱いが容易である。

【0005】

これらのマイクロ化学システムでは試料の量が微量なので、高感度な検出方法が必須である。このような方法として、微細な流路内の液中試料の光吸収により発生する熱レンズ効果を利用した光熱変換分光分析法が確立されている。これにより、マイクロ化学システムの実用化の道が開かれている。

【0006】

光熱変換分光分析法は、試料に光を集光照射したときに試料中の溶質の光吸収に起因してその後放出される熱エネルギーによって溶媒が局所的に温度上昇して屈折率が変化し、その結果、熱レンズが形成されるという光熱変換効果を利用するものである。

【0007】

図7は、熱レンズの原理の説明図である。

【0008】

図7において、対物レンズを介して励起光を極微小試料に集光照射すると光熱変換効果が誘起される。多くの物質では温度上昇に伴って屈折率が小さくなる。励起光が集光照射された試料は、集光中心ほど温度上昇の度合いが大きいので集光中心に近づくほど屈折率が低下する。一方、熱拡散によって周辺に近づくにつれて温度上昇の度合いは小さくなるので屈折率の低下が少ない。光学的にはこの屈折率の分布はちょうど凹レンズと同じ効果を持つので、この効果を熱レンズ効果と呼ぶ。この熱レンズ効果の大きさ、即ち凹レンズの度数は試料の光吸収度に比例する。なお、屈折率が温度に比例して大きくなる場合は凸レンズと同じ熱レンズ効果が生じる。

【0009】

このように、光熱変換分光分析法は、熱の拡散、即ち屈折率変化を観察するものであるので、極微小試料の濃度を検出するのに適している。

【0010】

上記光熱変換分光分析法を実行する光熱変換分光分析装置としては、例えば特開平10-232210号公報に記載されたものが提案されている。

【0011】

従来の光熱変換分光分析装置においては、流路付き板状部材は、顕微鏡の対物レンズの下方に配置され、励起光源から出力された所定波長の励起光は、顕微鏡に入射し、この顕微鏡の対物レンズにより流路付き板状部材の流路内の試料に集光照射される。その集光照射位置を中心として熱レンズが形成される。

【0012】

一方、検出光源から出力され、波長が励起光と異なる検出光は、顕微鏡に入射し、顕微鏡から出射される検出光は、励起光により試料に形成された熱レンズに集光照射され、試料を透過して発散又は集光する。この試料から発散又は集光して出射された光は信号光となり、その信号光は、集光レンズ及びフィルタ又はフィルタを経て検出器により検出される。この検出器により検出された信号光の強度は、試料において形成された熱レンズに応じたものである。検出光は励起光と同一の波長でもよく、励起光が検出光を兼ねることもできる。

【0013】

このように、上記光熱変換分光分析装置においては、熱レンズは励起光の焦点位置に形成され、且つ形成された熱レンズの屈折率の変化は検出光によって検出される。

【0014】

熱レンズを用いた光熱変換分光分析法を用いる多くの場合は、励起光の焦点位置が検出光の焦点位置と異なっていることが必要である。図8は、励起光の光軸方向（Z方向）に関する熱レンズの形成位置と検出光の焦点位置の説明図であり、（a）は、対物レンズが色収差をもつ場合を示し、（b）は、対物レンズが色収差をもたない場合を示す。

【0015】

対物レンズ130が色収差をもつ場合は、図8（a）に示すように、励起光の焦点位置132に熱レンズ131が形成されると共に、検出光の焦点位置133は ΔL だけ励起光の焦点位置132からずれるので、この検出光によって熱レンズ131の屈折率の変化を検出光の焦点距離の変化として検出できる。一方、対物レンズ130が色収差をもたない場合は、図8（b）に示すように、検出光の焦点位置133は、励起光の焦点位置132に形成される熱レンズ131の位置とほぼ一致する。その結果、検出光には熱レンズ131による偏向がなく、熱レンズ131の屈折率の変化は検出できない。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、顕微鏡等の対物レンズは、通常、色収差をもたないように製造

されているので、上記の理由により、検出光の焦点位置 133 は、励起光の焦点位置 132 に形成される熱レンズ 131 の位置とほぼ一致する（図 8（b））。このため、熱レンズ 131 の屈折率の変化は検出できない。このため、測定の度に、熱レンズ 131 が形成される試料の位置を、図 9（a）及び図 9（b）に示すように、検出光の焦点位置 133 からずらしたり、図 10 に示すように、図示しないレンズを用いて検出光を若干発散または集光させて対物レンズ 130 に入射させることにより検出光の焦点位置 133 を熱レンズ 131 からずらしたりしなければならず、ユーザの作業効率が悪いという問題がある。

【0017】

本発明の目的は、測定を行うたびに励起光及び検出光の光軸を調整する必要をなくしてユーザの作業効率を向上できるとともに、小型化できるマイクロ化学システムを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項 1 記載のマイクロ化学システムは、試料に励起光と検出光とを集光レンズで集光照射し、前記励起光の集光照射によって生成された熱レンズを透過した後の前記検出光を測定するマイクロ化学システムにおいて、前記励起光と前記検出光とを前記集光レンズに導くための光ファイバーを備えることを特徴とする。

【0019】

請求項 2 記載のマイクロ化学システムは、請求項 1 記載のマイクロ化学システムにおいて、前記光ファイバーの両端のうち試料側の先端に前記集光レンズが固定されたことを特徴とする。

【0020】

請求項 3 記載のマイクロ化学システムは、請求項 2 記載のマイクロ化学システムにおいて、前記光ファイバーは 1 本であることを特徴とする。

【0021】

請求項 4 記載のマイクロ化学システムは、請求項 2 又は 3 記載のマイクロ化学システムにおいて、前記励起光と前記検出光の周波数は異なり、前記集光レンズ

は色収差を有し、該集光レンズを透過した後の前記励起光と前記検出光の焦点位置が異なることを特徴とする。

【0022】

請求項5記載のマイクロ化学システムは、請求項1乃至4のいずれか1項に記載のマイクロ化学システムにおいて、前記集光レンズは、屈折率分布型レンズであることを特徴とする。

【0023】

請求項6記載のマイクロ化学システムは、請求項5記載のマイクロ化学システムにおいて、前記屈折率分布型レンズは、ロッドレンズであることを特徴とする。

【0024】

請求項7記載のマイクロ化学システムは、請求項1乃至6のいずれか1項に記載のマイクロ化学システムにおいて、前記光ファイバーは、励起光及び検出光の周波数においてシングルモードであることを特徴とする。

【0025】

請求項8項記載のマイクロ化学システムは、請求項2乃至7のいずれか1項に記載のマイクロ化学システムにおいて、前記先端に集光レンズが固定された光ファイバーを移動させる移動手段を備えることを特徴とする。

【0026】

請求項9項記載のマイクロ化学システムは、請求項2乃至7のいずれか1項に記載のマイクロ化学システムにおいて、前記光ファイバーと該光ファイバーの先端に固定された前記集光レンズとの組を少なくとも2組以上備えることを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に係るマイクロ化学システムを図面を参照しながら説明する。

【0028】

図1は、本発明の第1の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの概略構成

を示す模式図である。

【0029】

図1において、先端にレンズを取り付けた光ファイバー10（以下、レンズ付光ファイバー10）は、励起光及び検出光をシングルモードで伝搬する光ファイバー101、屈折率分布型ロッドレンズ102、光ファイバー101の外径を屈折率分布型ロッドレンズ102の外径と同一にするためのフェルール103を有している。屈折率分布型ロッドレンズ102と光ファイバー101とはスリーブ104によって固定されている。光ファイバー101と屈折率分布型ロッドレンズ102とは密着していてもよいし、間隙があってもよい。

【0030】

光ファイバー101の他方端には励起光用光源105、検出光用光源106、励起光用光源105を変調するために用いるモジュレーター107、光ファイバー内に入射された励起光と検出光とを合わせる光合波器108が配設されている。なお、光合波器108を用いる代わりに、ダイクロイックミラー等を用いて励起光と検出光とを同軸にしてから光ファイバー101に入射させてもよい。

【0031】

検出するための試料を流す流路付き板状部材20は、3層に重ねられるとともに互いに接着されたガラス基板201、202、203から成り、ガラス基板202には、混合、攪拌、合成、分離、抽出、検出等に用いられる流路204が形成されている。

【0032】

この流路付き板状部材20の材料は耐久性、耐薬品性の面からガラスが望ましく、細胞等の生体試料、例えばDNA解析用としての用途を考慮すると、耐酸性、耐アルカリ性の高いガラス、具体的には、硼珪酸ガラス、ソーダライムガラス、アルミノ硼珪酸ガラス、石英ガラス等が好ましい。しかし、用途を限定することによってプラスチック等の有機物を用いることができる。

【0033】

レンズ付光ファイバー10は、流路付き板状部材20の流路204に面して位置するように治具30によって固定されている。

【0034】

流路204に面する位置であって、レンズ付光ファイバー10に対向する位置には、検出光を検出するための光電変換器401、励起光と検出光とを分離して検出光のみを選択的に透過させる波長フィルタ402が配設されている。光電変換器401よりも検出光の光路の上流位置に、検出光の一部のみを選択的に透過させるためのピンホールを配置してもよい。光電変換器401から得られた信号は、モジュレーター107と同期させるためにロックインアンプ404に送られ、その後コンピュータ405で解析される。

【0035】

ガラス基板201, 202, 203同士を接着させる接着剤には、例えば、紫外線硬化型、熱硬化型、2液硬化型のアクリル系、エポキシ系の有機接着剤、及び無機接着剤等がある。また、熱融着によってガラス基板201～203同士を融着させてもよい。

【0036】

屈折率分布型のロッドレンズ102は、中心から周辺に向かって屈折率が連続的に変化する円柱状透明体であり、中心軸から半径方向で r の距離の位置における屈折率 $n(r)$ が、軸上屈折率を n_0 、2乗分布定数を g として、近似的に r に関する2次方程式

$$n(r) = n_0 \{1 - (g^2/2) \cdot r^2\}$$

で表される集束性光伝送体として知られている。

【0037】

ロッドレンズ102は、その長さ z_0 を $0 < z_0 < \pi/2g$ の範囲内で選ぶとき、その結像特性は、両端面が平坦でありながら通常の凸レンズと同じであり、平行入射光線によって出射端より、

$$s_0 = \cot(gz_0) / n_0 g$$

の位置に焦点が作られる。

【0038】

また、ロッドレンズ102は、例えば、以下の方法で製造される。

【0039】

即ち、モル百分率で SiO_2 : 57~63%、 B_2O_3 : 17~23%、 Na_2O : 5~17%、 Ti_2O : 3~15% を主成分とするガラスでロッドを成形した後、このガラスロッドを硝酸カリウム塩浴等のイオン交換媒体中で処理してガラス中のナトリウムイオン及びナトリウムイオンと媒体中のカリウムイオンとのイオン交換を行ってガラスロッド内に中心から周辺に向けて連続的に低減する屈折率分布を与える。

【0040】

本発明の第1の実施の形態にかかるマイクロ化学システムによれば、ロッドレンズ102は、励起光及び検出光を伝搬する光ファイバー101の先端に取り付けられるので、測定毎に励起光と検出光との光軸及びロッドレンズ102の光軸を調整する必要が無い上に光軸を合わせるための治具及び堅固な定盤が不要であり、もって、マイクロ化学システムを小型化できる。

【0041】

ロッドレンズ102の励起光の焦点位置は、流路付き板状部材20の流路204の中に位置する必要がある。ロッドレンズ102は流路付き板状部材20に接触している必要はないが、接触する場合は板状部材20の上部ガラス板201の厚みでロッドレンズ102の焦点距離を調整できる。上部ガラス板201の厚みが足りない場合は、ロッドレンズ102と上部ガラス板201との間に焦点距離を調整するためのスペーサーを入れてもよい。これらの場合は、焦点距離の調整も不要になるので、装置をさらに小型化できる。

【0042】

ロッドレンズ102は、励起光の焦点位置に対して検出光の焦点位置がわずかに ΔL だけずれるように設定される(図8(a))。

【0043】

I_c は、共焦点長 (nm) として、 $I_c = \pi \cdot (d/2)^2 / \lambda_1$ で計算される。ここで、 d は、 $d = 1.22 \times \lambda_1 / \text{NA}$ で計算されるエアリーディスクであり、 λ_1 は、励起光の波長 (nm)、NAは、ロッドレンズ102の開口数である。光ファイバーを用いる場合は、光ファイバーの出射光の開口数が小さいため、大きな開口数を有するロッドレンズを用いた場合は光ファイバーの開口数を

用いて計算する必要がある。

【0044】

上記 ΔL 値は測定する試料の厚みによって変化する。共焦点長よりも薄い試料を測定する場合は、 ΔL 値は、 $\Delta L = \sqrt{3} \cdot I_c$ であるのが最も好ましい。

【0045】

例えば、 $NA = 0.46$ 、 $\lambda_1 = 488 \text{ nm}$ 、 $\lambda_2 = 632.8 \text{ nm}$ におけるずれ ΔL の値と信号強度の関係は、 $\Delta L = 4.67 \mu\text{m}$ のときの信号強度を100とした場合の相対比係数値で表すと、図2に示すようになり、 $\Delta L = 4.67 \mu\text{m}$ のときに信号強度が最大となる。これにより、ロッドレンズ102は、この場合、その2波長での焦点位置のずれ ΔL が $4.67 \mu\text{m}$ になるように設計するのが好ましいことが分かる。この ΔL の値は、検出光の焦点位置と励起光の焦点位置との差を表わしているので、検出光の焦点距離が励起光の焦点距離よりも長い場合であっても、短い場合であっても同じ結果になる。

【0046】

光ファイバー101をシングルモードのものとしたのは、光熱変換分光分析方法を利用して試料中の微量な溶質を検出する場合、励起光をできるだけ小さく絞り、高熱変換に利用されるエネルギーを高くするとともに、励起光によって生成する熱レンズが収差の少ないレンズになることが望ましいからである。熱レンズを生成させるために用いる励起光はガウス分布を有していることが望ましい。シングルモードの光ファイバーから出射される光は常にガウス分布になるので、励起光の焦点を小さくするのに適している。また、励起光によって生成された熱レンズが小さい場合、この熱レンズを通過する検出光をできるだけ多くするためには、検出光もできる限り小さく絞ることが望ましい。このためにも、励起光及び検出光がシングルモードで伝搬する光ファイバーを使用することが好ましい。

【0047】

なお、光ファイバーは励起光及び検出光を透過させるものであればどのようなものでもよいが、マルチモード光ファイバーを使用した場合は、出射光がガウス分布にならない上に、光ファイバーの曲り具合等の種々の条件によって出射パターンが変化するので必ずしも安定した出射光が得られない。このため、微量な溶

質の測定が困難になるとともに測定値が安定しない場合がある。従って、上述のように光ファイバーはシングルモードのものが好ましい。

【0048】

光ファイバーの先端を球形等に加工してレンズとすれば、光ファイバーの先端にレンズを取り付けなくても励起光及び検出光を絞ることが可能であるが、この場合、色収差がほとんどないために励起光及び検出光双方の焦点位置が略同じになる。このため、熱レンズの信号は殆ど検出されないという問題がある。また、光ファイバー先端を加工したレンズは収差が大きいので、励起光及び検出光の焦点が大きいという問題もある。したがって、本実施の形態では光ファイバー 101 の先端にレンズ 102 が取り付けられている。

【0049】

図3は、本発明の第2の実施形態にかかるマイクロ化学システムの概略構成を示す模式図である。

【0050】

光ファイバー 40 は、光ファイバー 101 と屈折率分布型ロッドレンズ 102 とを接着又は熱融着したものである。これらの接着には、上述した流路付き板状部材 20 の接着剤と同じものが使用できる。

【0051】

本発明の第1の実施形態にかかるマイクロ化学システムの場合とは異なって、フェルール 103 とスリーブ 104 とは備えられていない。このため、図1に示したマイクロ化学システムよりもコストが低くなるとともに一層の小型化ができる。

【0052】

なお、屈折率分布型ロッドレンズ 102 を取り付けした光ファイバー 101 側（入射光学系）を治具を用いて移動できるようにすることによって、試料中の任意の場所の測定ができる。流路付き板状部材 20 を移動させて測定場所を変えた場合、流路 204 中の試料の流れが乱れて反応等に影響する。また、乱れが収まるまで待ってから測定等を行うので作業効率が悪い。このような不都合は、光ファイバー 101 側を移動させる場合には一切生じない。

【0053】

図4は、本発明の第3の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの概略構成を示す模式図である。

【0054】

先端にレンズ102を取り付けた光ファイバー10（レンズ付光ファイバー10）の構成は、本発明の第1の実施の形態にかかるマイクロ化学システムのもと同じである。レンズ付光ファイバー10が固定されている治具30は支柱501aによって保持されている。支柱501aは、流路付き板状部材20の上方に配置され、流路付き板状部材20の板面が広がる方向に平行に延びている。流路付き板状部材20の下方には支柱501aに平行に延びる支柱501bが配置されている。支柱501bは光電変換器401及び波長フィルタ402を保持している、支柱501a、501bはステージ502によって保持されている。このステージ502は支柱501a、501bの送り長さを制御して、レンズ付光ファイバー10及び光電変換器401のY軸方向の位置を制御する。ステージ502はX軸方向に移動可能なステージ503によって保持されている。この結果、支柱501a、501b及びステージ502を制御してレンズ付光ファイバー10及び光電変換器401の位置をXY方向に任意に移動できる。なお、単に支柱501a、501bを市販されているようなXYステージに固定してもよい。

【0055】

試料に照射された励起光によって形成された熱レンズの評価をするためには、試料を透過した検出光の偏向にともなう強度の変化を測定する必要がある。このため、励起光及び検出光の照射位置を移動させて測定位置を移動させた場合には、それによってもって光電変換器401及び波長フィルタ402を移動させなければならない。この移動は上述した機構によって実行されている。

【0056】

図5は、本発明の第4の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの主要部を示す部分斜視図である。

【0057】

図5において、レンズ付光ファイバー10は図1のものと同じ構成である。レ

レンズ付光ファイバー 10 それぞれに対応する位置に光電変換器 401 及び波長フィルタ（図示せず）が配設されている。光電変換器 401 はレンズ付光ファイバー 10 ごと別々なものを配設してもよいし、アレイ状のものを配設してもよい。

【0058】

多数のレンズ付光ファイバー 10 を配設したマイクロ化学システムにおいて、励起光用光源及び検出光用光源は、レンズ付光ファイバー 10 ごと個別に有するようにしてもよいし、1つの励起光用光源及び検出光用光源をスイッチ（図示せず）を用いて切り替えてレンズ付光ファイバー 10 に使用できるようにしてもよい。

【0059】

このようにレンズ付光ファイバー 10 を試料上に多数配置することによって多くの測定点で測定できる。この場合、レンズ付光ファイバー 10 を移動させる機構が不要なのでそれだけ小型化できるとともに、レンズ付光ファイバー 10 を移動させることなく他の測定点での測定ができるので、迅速な測定ができ、もって、ユーザの作業効率が向上する。

【0060】

図6は、本発明の第5の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの概略構成を示すブロック図である。

【0061】

本実施の形態にかかるマイクロ化学システムが第1の実施の形態にかかるマイクロ化学システムとは異なる特徴は、レンズ付き光ファイバー 10 が流路付き板状部材 20 に固定されていること、及び流路付き板状部材 20 を透過した検出光を誘導する出射光学系にも光ファイバー 111 を配したことである。

【0062】

本実施の形態にかかるマイクロ化学システムによれば、レンズ付き光ファイバー 10 が流路付き板状部材 20 に固定されているので、測定毎に焦点位置及び測定位置を調整する必要がない。このため、焦点位置及び測定位置を調整するための機構が全く不要なのでマイクロ化学システムを小型化できる。

【0063】

また、出射光学系に光ファイバー 111 を用いたので、検出器を流路付き板状部材 20 から離して設置することが可能になってマイクロ化学システムを小型化できる。なお、出射光学系の光ファイバーには、検出光が透過するものであればどのような種類の光ファイバーでも使用できる。

【0064】

上記の各実施の形態にかかるマイクロ化学システムによれば、励起光及び検出光の光路とレンズの光軸とを合わせる必要がない。また、流路付き板状部材を動かすことなく流路付き板状部材の多点において測定できるので流路中の試料の乱れが安定するまで待つという不都合がない。これらによって、ユーザの作業効率が向上する。

【0065】

さらに、流路付き板状部材に集光するために顕微鏡等で用いられる対物レンズ及びコンデンサーレンズが不要なのでシステムを小型化できる。

【0066】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、請求項 1 記載のマイクロ化学システムによれば、励起光と検出光とを試料に導くための光ファイバーを備えるので、測定の度に励起光及び検出光の光路を調整する必要がなく、もってユーザの作業効率が向上し、また、光路を調整するための治具が不要なのでマイクロ化学システムを小型化できる。

【0067】

請求項 2 記載のマイクロ化学システムによれば、光ファイバーの両端のうち試料側の先端に集光レンズが固定されているので、測定の度に励起光及び検出光を集光レンズの光軸に合わせる必要がなく、もって、ユーザの作業効率をより向上できる。

【0068】

請求項 3 記載のマイクロ化学システムによれば、光ファイバーは 1 本であるので、光ファイバー内を伝搬する励起光及び検出光は常に同軸となり、光軸を調整するための治具が不要であり、もって、マイクロ化学システムをより小型化でき

る。

【0069】

請求項4記載のマイクロ化学システムによれば、励起光と検出光の周波数は異なり、集光レンズは色収差を有し、集光レンズを透過した後の励起光と検出光の焦点位置が異なるので、前記熱レンズの変化が常に検出光の焦点位置の変化となり、もって、常に試料の正確な測定ができる。

【0070】

請求項5記載のマイクロ化学システムによれば、集光レンズが屈折率分布型レンズであるので、集光レンズが極めて小型になり、もって、マイクロ化学システムを一層に小型化できる。

【0071】

請求項6記載のマイクロ化学システムによれば、屈折率分布型レンズがロッドレンズであるので、光ファイバーに容易に取りつけることができるとともに、ロッドレンズの光軸を光ファイバーの光軸に合わせることも容易である。

【0072】

請求項7記載のマイクロ化学システムによれば、光ファイバーは、励起光及び検出光の周波数においてシングルモードであるので、励起光によって生成される熱レンズが収差の少ないレンズとなり、もって、より正確な測定ができる。

【0073】

請求項8記載のマイクロ化学システムによれば、先端に集光レンズが固定された光ファイバーを移動させる移動手段を備えるので、集光レンズを光ファイバーとともに移動させることによって試料中の任意の場所を測定できるとともに、試料側を移動させないので試料の移動に伴う試料の乱れが収まるまで待つ必要がなく、もって、ユーザの作業効率をより一層に向上できる。

【0074】

請求項9記載のマイクロ化学システムによれば、光ファイバーと該光ファイバーの先端に固定された集光レンズとの組を少なくとも2組以上備えるので、試料中の少なくとも2ヵ所以上の場所を迅速に測定でき、もって、ユーザの作業効率をさらに向上できる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の第 1 の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの概略構成を示す模式図である。

【図 2】

ロッドレンズにおける最適焦点位置のずれ ΔL に対する信号強度の変化の説明図である。

【図 3】

本発明の第 2 の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの概略構成を示す模式図である。

【図 4】

本発明の第 3 の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの概略構成を示す模式図である。

【図 5】

本発明の第 4 の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの主要部を示す部分斜視図である。

【図 6】

本発明の第 5 の実施の形態にかかるマイクロ化学システムの概略構成を示すブロック図である。

【図 7】 熱レンズの原理の説明図である。

【図 8】

検出光の光軸方向（Z 方向）に関する熱レンズの形成位置と検出光の焦点位置の説明図であり、（a）は、対物レンズが色収差をもつ場合を示し、（b）は、対物レンズが色収差をもたない場合を示す。

【図 9】

励起光の光軸方向（Z 方向）に関する熱レンズの形成位置と検出光の焦点位置の説明図であり、（a）は、熱レンズが検出光の焦点位置に関してレンズ側に形成された場合、（b）は、熱レンズが検出光の焦点位置に関してレンズの反対側に形成された場合を示す。

【図 10】

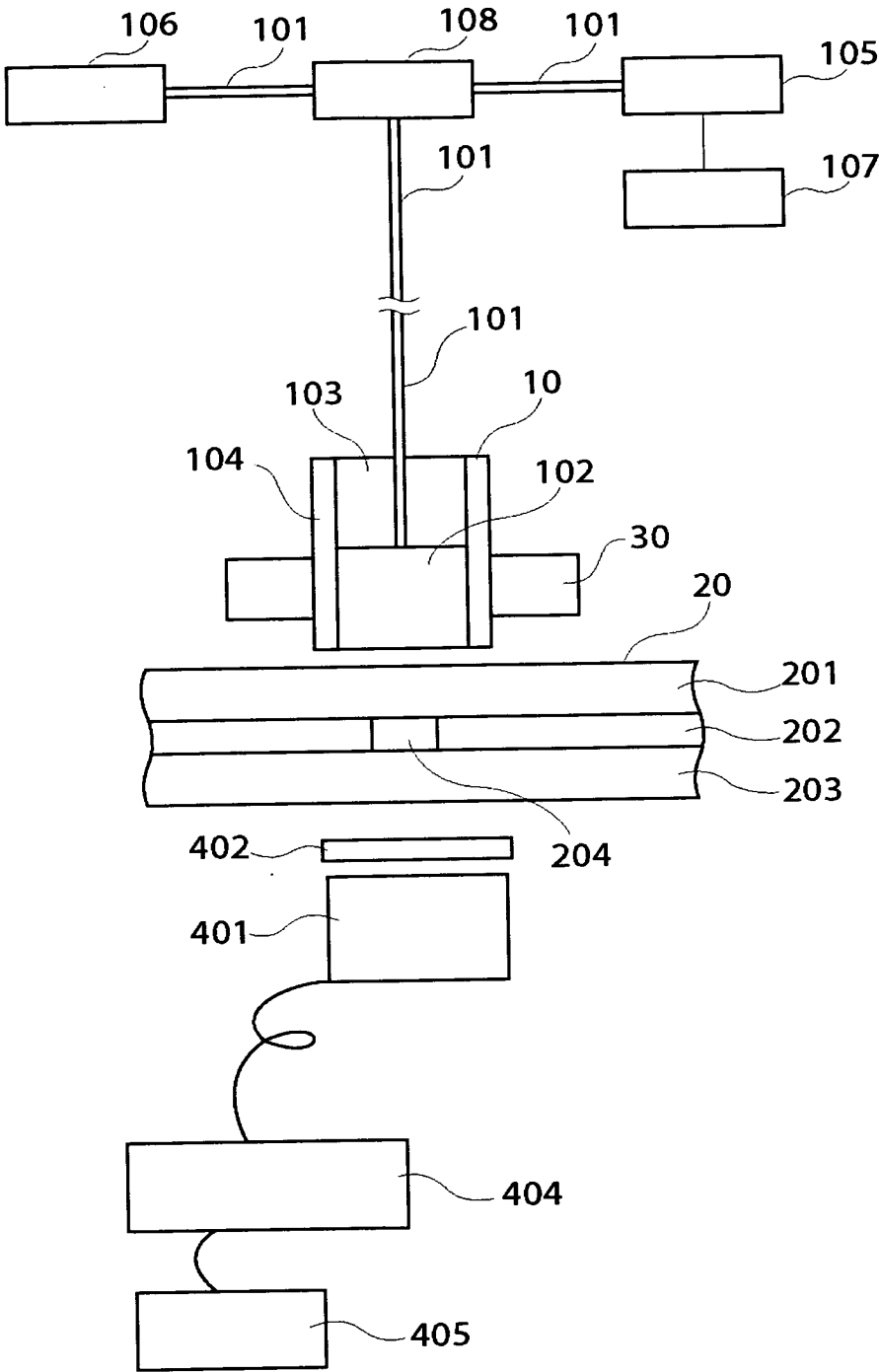
従来の光熱変換分光分析装置における熱レンズの屈折率の変化を検出する方法の説明図であり、検出光をダイバージングレンズを用いて広げる場合を示す。

【符号の説明】

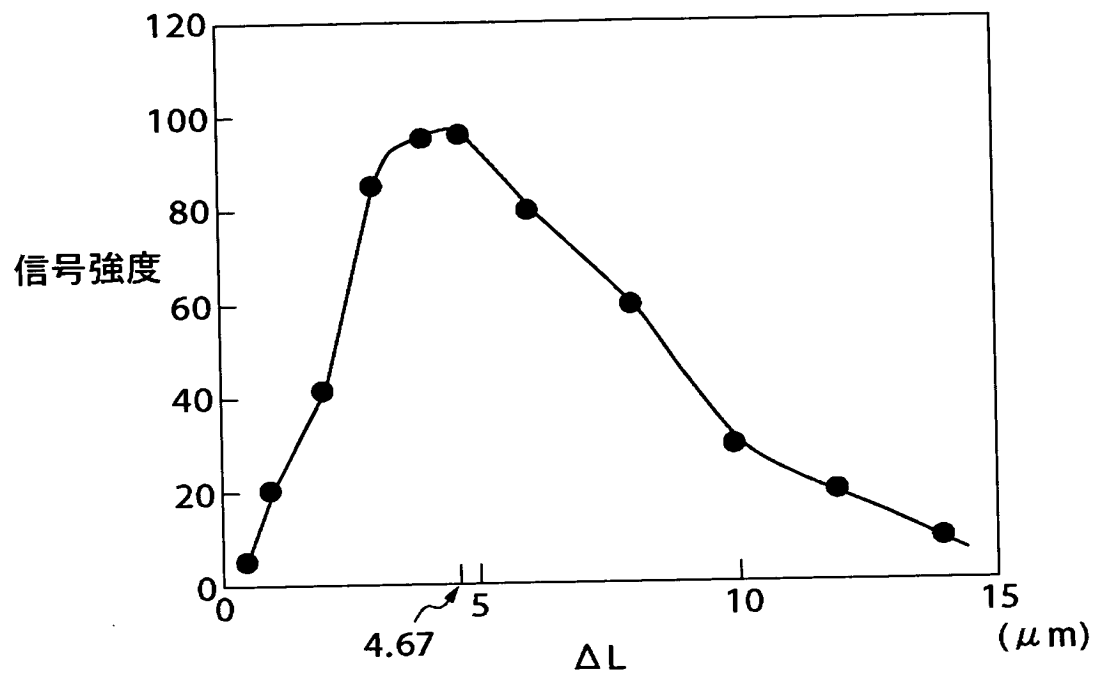
- 10 レンズ付き光ファイバー
- 20 流路付き板状部材
- 102 ロッドレンズ
- 101, 111 光ファイバー
- 105 励起用光源
- 106 検出用光源
- 107 モジュレーター
- 108 光合波器
- 201, 202, 203 ガラス基板
- 204 流路
- 401 検出器
- 402 波長カットフィルタ
- 404 ロックインアンプ
- 405 コンピュータ

【書類名】 図面

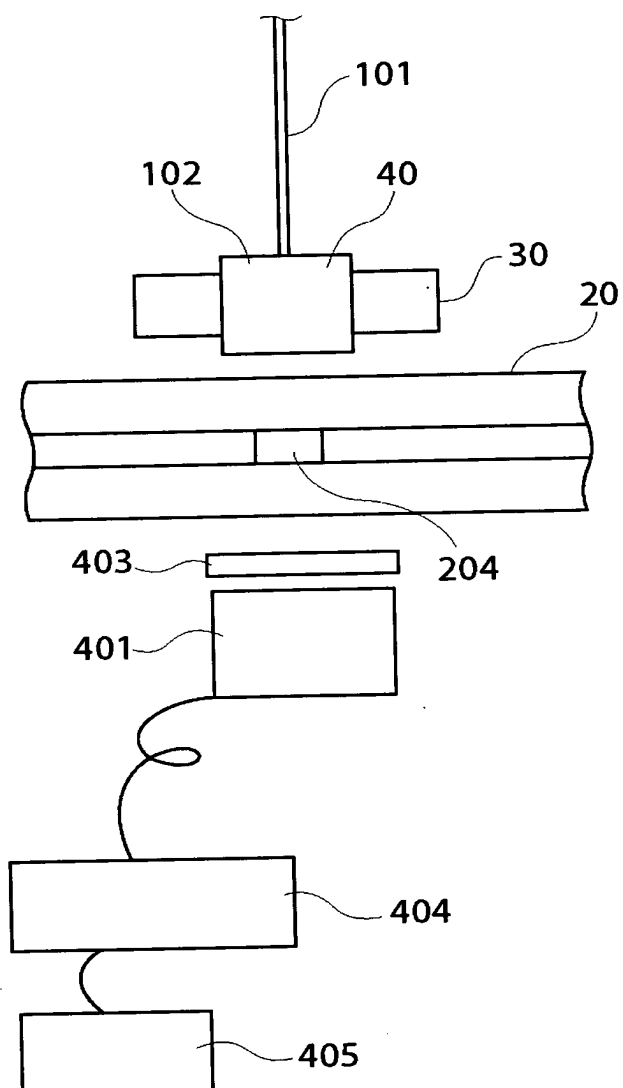
【図 1】



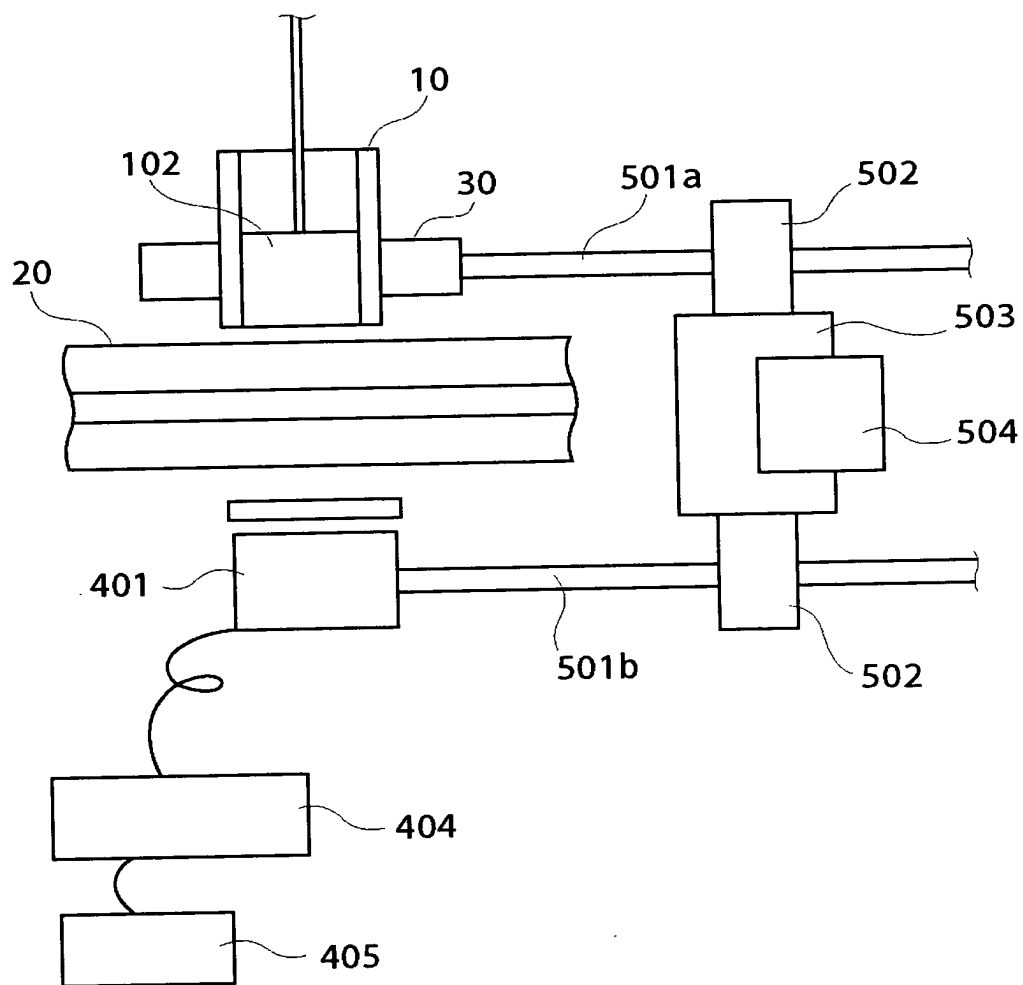
【図 2】



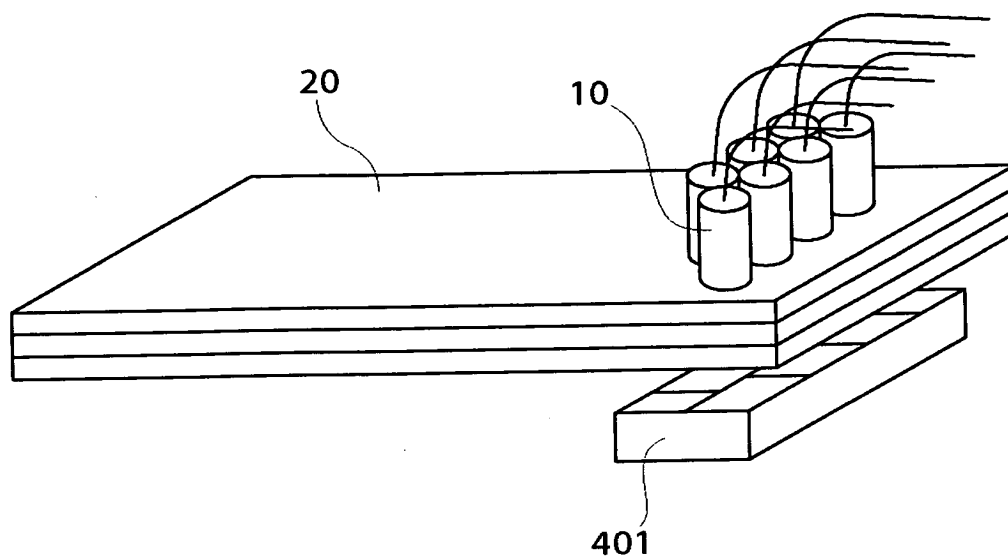
【図 3】



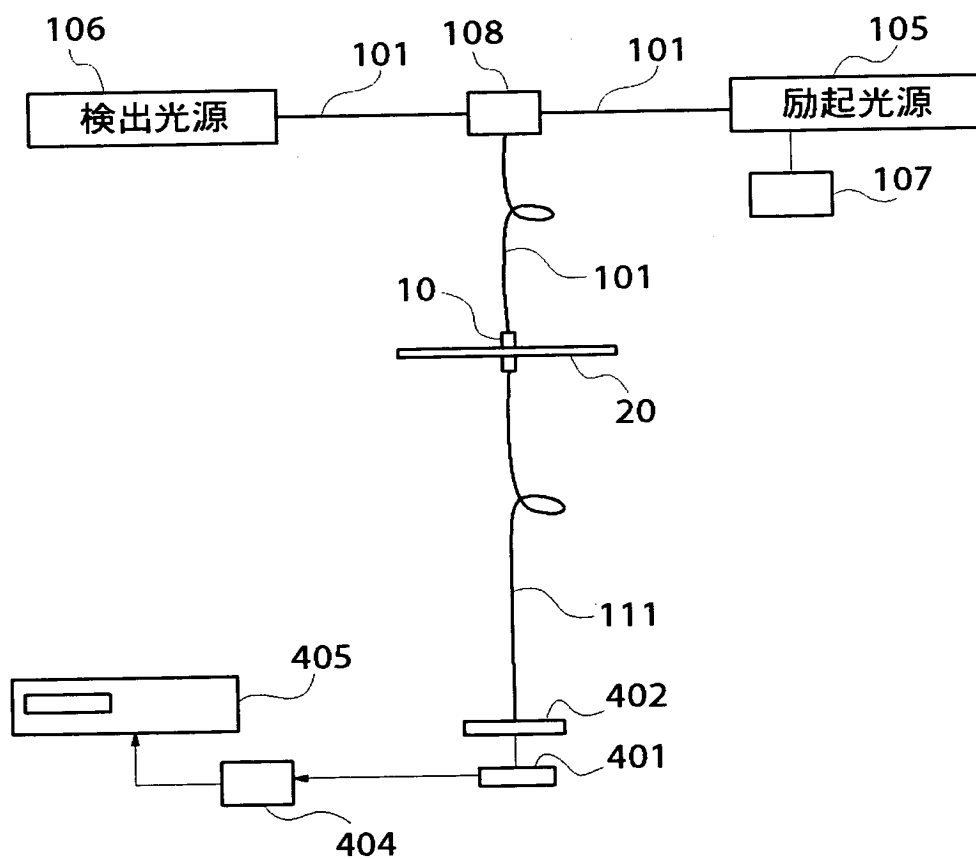
【図 4】



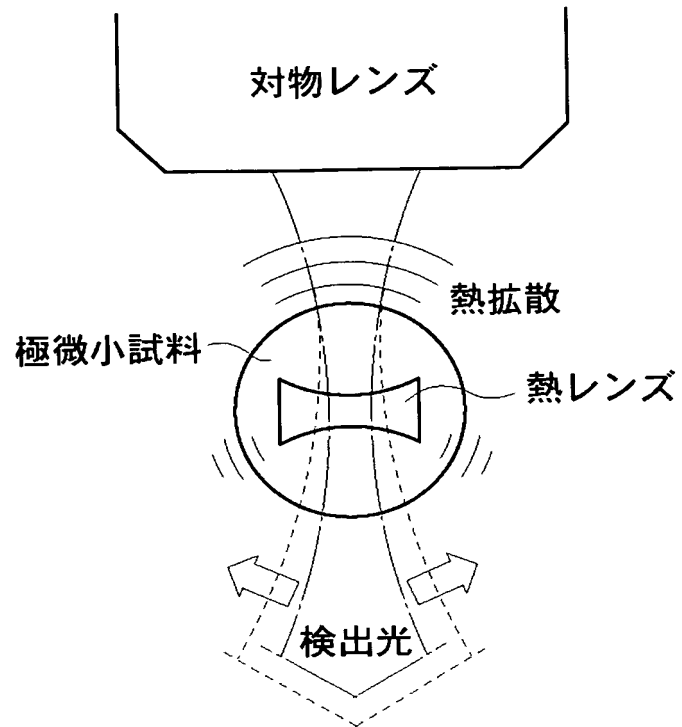
【図 5】



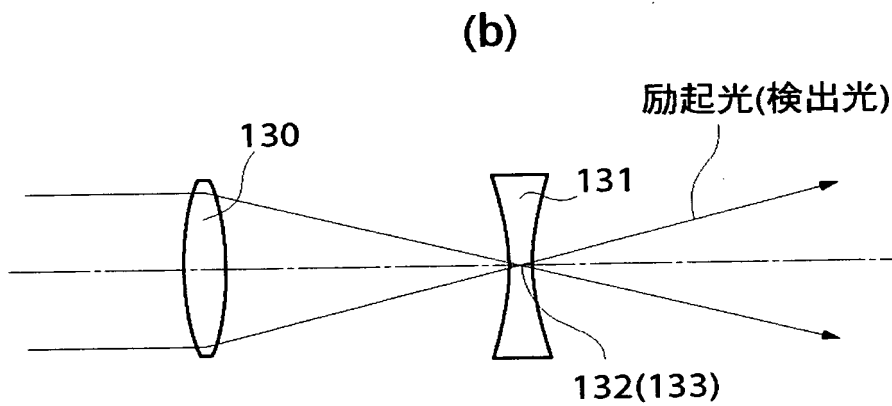
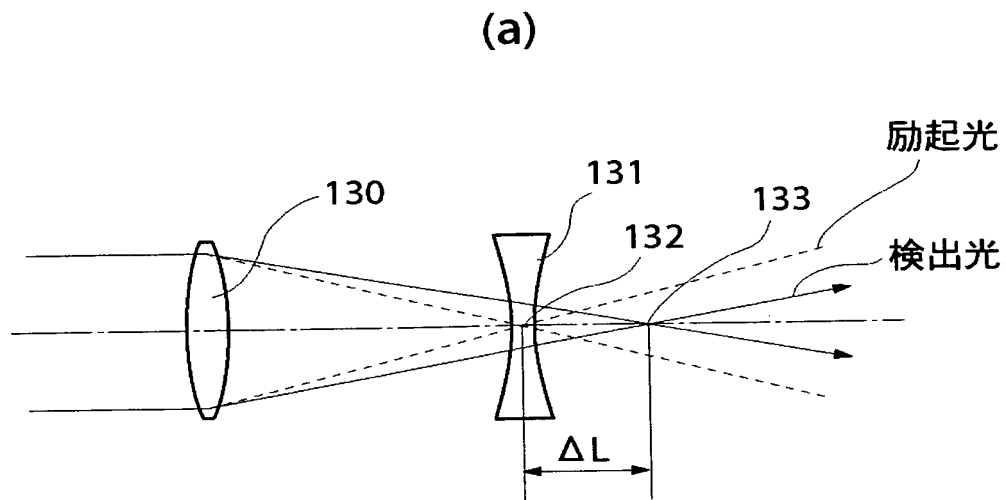
【図 6】



【図 7】

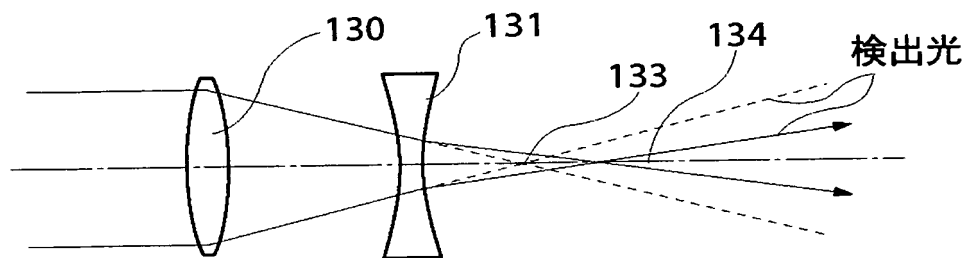


【図 8】

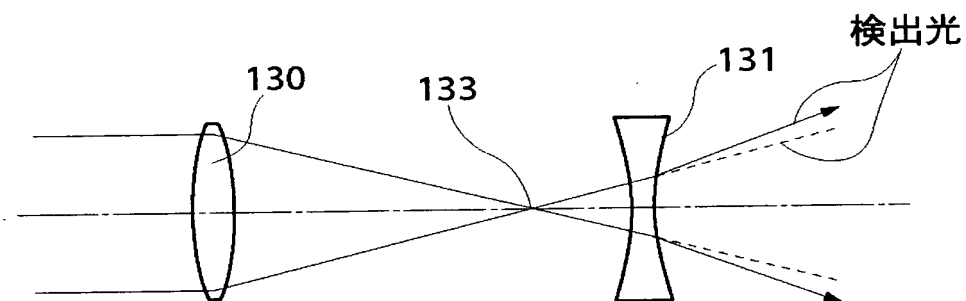


【図 9】

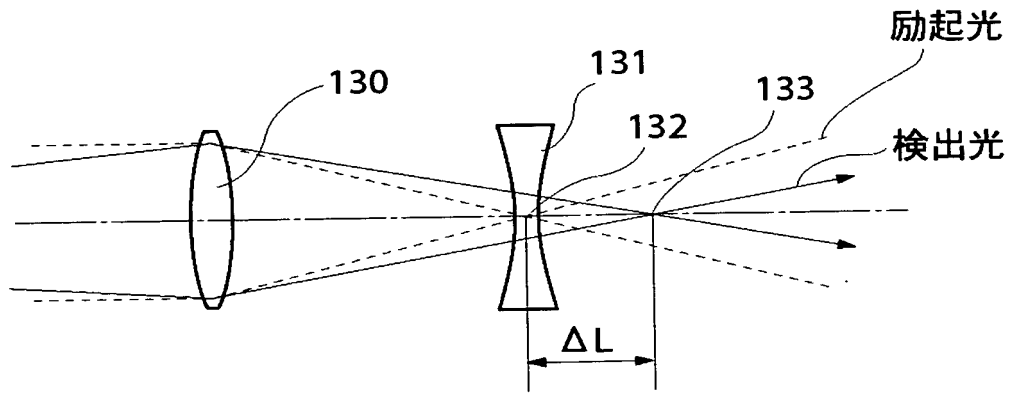
(a)



(b)



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ユーザの作業効率を向上できるとともに、小型化できるマイクロ化学システムを提供する。

【解決手段】 マイクロ化学システムは、先端に屈折率分布型ロッドレンズ 102 を取り付けた光ファイバー 10 を備え、励起光及び検出光をシングルモードで伝搬する光ファイバー 101、光ファイバー 101 の外径を屈折率分布型ロッドレンズ 102 の外径と同一にするためのフェルール 103 を有している。屈折率分布型ロッドレンズ 102 と光ファイバー 101 とはスリーブ 104 によって固定されている。

【選択図】 図 1

特願 2001-177294

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004008]

1. 変更年月日

2000年12月14日

[変更理由]

住所変更

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

氏 名

日本板硝子株式会社

特願 2 0 0 1 - 1 7 7 2 9 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 9 1 2 4 3 1 0 3]

1. 変更年月日

1 9 9 3 年 5 月 1 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市高津区坂戸 3 丁目 2 番 1 号

氏 名

財団法人神奈川科学技術アカデミー